

Excimer laser beam irradiation apparatus for optically processing workpiece

Patent Number: ☐ US5661744
Publication date: 1997-08-26
Inventor(s): MURAKAMI KAZUYUKI (JP); NAKATANI HAJIME (JP); SUGITATSU ATSUSHI (JP);
MINAGAWA TADAO (JP); YAGI TOSHINORI (JP); ITO KEIKO (JP)
Applicant(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP (JP)
Requested Patent: ☐ JP8066781
Application Number: US19950512710 19950808
Priority Number (s): JP19940204972 19940830
IPC Classification: H01S3/22; H01S3/223
EC Classification: B23K26/06F
Equivalents: CA2156200, CN1122737, ☐ DE19531050

Abstract

An excimer laser beam irradiation apparatus capable of processing a workpiece optimally with an excimer irradiation beam even when intensity distribution of the excimer laser beam undergone multiple reflections is non-uniform. A patterning mask has light-transmissive portions for allowing the excimer laser beam to pass through and a reflecting layer for reflecting it. A high reflectivity mirror disposed in opposition to the reflecting layer reflects the excimer laser beam reflected from the reflecting layer toward the patterning mask. An imaging lens images a pattern of the excimer laser beam transmitted through the patterning mask onto a workpiece for irradiation thereof. A workpiece moving mechanism and a mask moving mechanism move the workpiece and the mask moving mechanism, respectively. A control unit controls the workpiece moving mechanism and the mask moving mechanism such that the patterning mask and the workpiece are displaced along a same axis synchronously with each other in a scan moving direction which coincides with a direction in which the excimer laser beam shifts positionally while being reflected between the patterning mask and the reflecting means, for thereby allowing the workpiece to be scanned with the excimer laser beam. The workpiece can be processed uniformly and stably in accordance with a pattern of the patterning mask with high accuracy and reliability.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

H18436

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-66781

(43)公開日 平成8年(1996)3月12日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 26/00	M			
	N			
	3 3 0			
26/06	J			
26/08	D			

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 20 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平6-204972

(22)出願日 平成6年(1994)8月30日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 村上 和之

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機
株式会社伊丹製作所内

(72)発明者 中谷 元

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機
株式会社伊丹製作所内

(72)発明者 杉立 厚志

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機
株式会社伊丹製作所内

(74)代理人 弁理士 曾我 道照 (外6名)

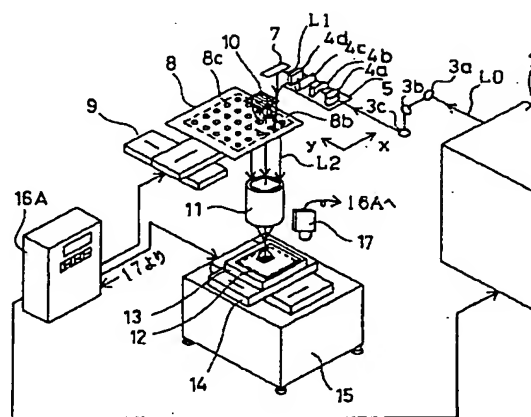
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 エキシマレーザビーム照射装置

(57)【要約】

【目的】 多重反射されたエキシマレーザビームの強度分布が均一でなくても、均一化された適切な照射エネルギーをワークに与えることのできるエキシマレーザビーム照射装置を得る。

【構成】 エキシマレーザビーム L1 を通過および反射させる通過部 8c および反射部 8b を有するマスク 8 と、反射部に対向配置されてエキシマレーザビームを多重反射させる反射手段 10 と、マスクを通過したエキシマレーザビーム L2 のパターンをワーク 12 上に照射するための転写レンズ 11 と、ワークおよびマスクを動かすためのワーク移動機構 14 およびマスク移動機構 9 と、エキシマレーザ発振器 1 および各移動機構を制御する制御手段 16A とを備え、制御手段は、マスクおよびワークの同期移動時のスキャン移動方向 y をエキシマレーザビームの反射移動方向 y と一致させる。



1 : エキシマレーザ発振器

8 : マスク

8b : 反射部

8c : 透過部

9 : マスク移動機構

10 : 高反射ミラー

11 : 転写レンズ

12 : ワーク

14 : ワーク移動機構

16A : 制御手段

L1-L2 : エキシマレーザビーム

x : ステップ送り移動方向

y : スキャン移動方向、
反射移動方向

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 エキシマレーザビームを出射するエキシマレーザ発振器と、

前記エキシマレーザ発振器からのエキシマレーザビームを通過させる通過部および前記エキシマレーザビームを反射させる反射部を有するマスクと、

前記反射部に対向配置されて前記反射部で反射されたエキシマレーザビームを前記マスクに向けて反射させる反射手段と、

前記マスクを通過したエキシマレーザビームのパターンをワーク上に転写して照射するための転写レンズと、

前記転写レンズの光軸に対して直角方向に前記ワークを動かすためのワーク移動機構と、

前記転写レンズの光軸に対して直角方向に前記マスクを動かすためのマスク移動機構と、

前記エキシマレーザ発振器、前記ワーク移動機構および前記マスク移動機構を制御するための制御手段とを備えたエキシマレーザビーム照射装置において、

前記制御手段は、前記マスクおよび前記ワークを同一軸に沿って同期移動させるとともに、前記同期移動時のスキャン移動方向を、前記マスクと前記反射手段との間の前記エキシマレーザビームの反射移動方向と一致させたことを特徴とするエキシマレーザビーム照射装置。

【請求項 2】 前記制御手段は、前記同期移動時のスキャン移動量を、前記エキシマレーザビームのパターンに相当する前記マスク上の有効パターン領域のスキャン移動方向の長さよりも長くなるように設定したことを特徴とする請求項 1 のエキシマレーザビーム照射装置。

【請求項 3】 前記制御手段は、前記同期移動時のスキャン移動速度の安定領域が前記ワークに対する前記エキシマレーザビームの照射領域となるように、前記マスクおよび前記ワークのスキャン移動開始位置を決定したことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 のエキシマレーザビーム照射装置。

【請求項 4】 前記制御手段は、前記同期移動時のスキャン移動速度が前記ワークに対する前記エキシマレーザビームの照射領域内で変化する場合、前記スキャン移動速度が所定速度よりも遅いときには前記エキシマレーザ発振器による発振繰り返し周波数を所定周波数よりも減少させ、前記スキャン移動速度が前記所定速度よりも速いときには前記発振繰り返し周波数を前記所定周波数よりも増大させることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれかのエキシマレーザビーム照射装置。

【請求項 5】 前記制御手段は、前記同期移動時に前記ワークの厚さが変化する場合、前記ワークの厚さが所定厚よりも厚いときには前記エキシマレーザ発振器の発振繰り返し周波数を所定周波数よりも増大させ、前記ワークの厚さが前記所定厚よりも薄いときには前記発振繰り返し周波数を前記所定周波数よりも減少させることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 までのいずれかのエキシ

マレーザビーム照射装置。

【請求項 6】 前記制御手段は、前記同期移動時に前記ワークの厚さが変化する場合、前記ワークの厚さが所定厚よりも厚いときには前記マスクおよび前記ワークのスキャン移動速度を減少させ、前記ワークの厚さが前記所定厚よりも薄いときには前記スキャン移動速度を増大させることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 までのいずれかのエキシマレーザビーム照射装置。

【請求項 7】 前記制御手段は、前記同期移動時に前記ワークの材質が前記エキシマレーザビームの照射領域内で変化する場合、前記ワークが比較的加工され易い材質のときには前記エキシマレーザ発振器の発振繰り返し周波数を所定周波数よりも減少させ、前記ワークが比較的加工されにくい材質のときには前記発振繰り返し周波数を前記所定周波数よりも増大させることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 までのいずれかのエキシマレーザビーム照射装置。

【請求項 8】 前記制御手段は、前記同期移動時に前記ワークの材質が前記エキシマレーザビームの照射領域内で変化する場合、前記ワークが比較的加工され易い材質のときには前記マスクおよび前記ワークのスキャン移動速度を増大させ、前記ワークが比較的加工されにくい材質のときには前記スキャン移動速度を減少させることを特徴とする請求項 1 から請求項 7 までのいずれかのエキシマレーザビーム照射装置。

【請求項 9】 前記制御手段は、前記エキシマレーザビームの照射を繰り返す場合、前記マスクおよび前記ワークのスキャン移動方向と前記転写レンズの光軸方向との両方に対して直角方向に前記マスクおよび前記ワークをステップ送り移動させ、前記直角方向のステップ送り移動量を前記エキシマレーザビームのステップ送り移動方向の長さよりも小さく設定したことを特徴とする請求項 1 から請求項 8 までのいずれかのエキシマレーザビーム照射装置。

【請求項 10】 前記制御手段は、前記エキシマレーザビームのパルス間における前記同期移動時の前記マスクおよび前記ワークのスキャン移動量が、前記エキシマレーザビームの反射移動方向の長さよりも小さくなるように、前記マスクおよび前記ワークのスキャン移動速度を変化させることを特徴とする請求項 1 から請求項 9 までのいずれかのエキシマレーザビーム照射装置。

【請求項 11】 前記制御手段は、前記エキシマレーザビームのパルス間における前記同期移動時の前記マスクおよび前記ワークのスキャン移動量が、前記エキシマレーザビームの反射移動方向の長さよりも小さくなるように、前記エキシマレーザ発振器の発振繰り返し周波数を変化させることを特徴とする請求項 1 から請求項 10 までのいずれかのエキシマレーザビーム照射装置。

【請求項 12】 前記制御手段は、前記ワークに対する照射領域内に照射不要領域が存在する場合、前記照射不

要領域に対する前記エキシマレーザビームのスキャン移動時において前記エキシマレーザ発振器を停止させることを特徴とする請求項 1 から請求項 11 までのいずれかのエキシマレーザビーム照射装置。

【請求項 13】 前記制御手段により制御されて前記エキシマレーザビームの光路中に選択的に挿入される遮蔽板を設け、

前記制御手段は、前記ワークに対する照射領域内に照射不要領域が存在する場合に、前記照射不要領域に対する前記エキシマレーザビームのスキャン移動時において前記光路中に前記遮蔽板を挿入し、前記ワークに前記エキシマレーザビームを照射させないことを特徴とする請求項 1 から請求項 12 までのいずれかのエキシマレーザビーム照射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、たとえばマスクを用いてエキシマレーザビームを照射することにより多層プリント基板のバイアホール (via hole) 等の加工を行う光加工装置におけるエキシマレーザビーム照射装置に関し、特にワークの加工状態の安定化を実現したエキシマレーザビーム照射装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図 14 はたとえば「第 28 回レーザ熱加工研究会論文集 (1992 年 7 月)」の第 51 頁～第 58 頁に記載された一般的な光加工装置におけるエキシマレーザビーム照射装置を示す斜視図である。図において、1 は矩形形状のエキシマレーザビーム L0 を出射するための光源となるエキシマレーザ発振器である。

【0003】3a、3b および 3c はエキシマレーザビーム L0 の光路に沿って配列された 3 枚のミラーであり、エキシマレーザ発振器 1 から出射された矩形形状のエキシマレーザビーム L0 のビーム方向およびビーム回転角の調整を行うためのビーム光路調整系を構成している。

【0004】4a、4b、4c および 4d はエキシマレーザビーム L0 の光路に沿って配列された 2 組の凹凸シリンドリカルレンズ対であり、4a および 4c は凸レンズ、4b および 4d は各凸レンズ 4a および 4c に対向配置された凹レンズである。各凹凸シリンドリカルレンズ対 4a～4d は、矩形形状のエキシマレーザビーム L0 をシート状のエキシマレーザビーム L1 に整形するためのビーム整形光学系を構成している。5 はビーム整形光学系 4a～4d を固定するレンズ固定台、7 はエキシマレーザビーム L1 の光路中に配置された入射角調整用のミラーである。

【0005】8 はエキシマレーザビーム L1 を受光するマスクであり、エキシマレーザビーム L1 を透過させる透過部 (後述する) と、エキシマレーザビーム L1 を反射させる反射部 8b と、エキシマレーザビーム L1 を通

過させる透過部 8c とを有する。9 はマスク 8 の透過部 8c を通過したエキシマレーザビーム L2 を光軸に対して直角方向すなわち矢印 x y 方向に移動させるマスク移動機構である。

【0006】10 はマスク 8 に対向配置された反射手段となる高反射ミラーであり、反射部 8b で反射されたエキシマレーザビーム L1 をマスク 8 に向けて反射させるようになっている。

【0007】11 はマスク 8 を通過したエキシマレーザビーム L2 の光路中に配置された転写レンズ、12 は転写レンズ 11 を通したエキシマレーザビーム L2 が照射される被加工物すなわちワークである。転写レンズ 11 は、マスク 8 を通過したエキシマレーザビーム L2 のパターンを、ワーク 12 上に倒立写像として転写して照射するようになっている。

【0008】13 はワーク 12 を位置決めして固定するワーク固定台、14 はワーク 12 を転写レンズ 11 の光軸に対して直角方向すなわち矢印 x y 方向に移動させるためのワーク移動機構、15 はワーク移動機構 14 が載置される防振台である。

【0009】16 はマイクロコンピュータを含む制御手段であり、エキシマレーザ発振器 1 の制御を行うとともに、マスク移動機構 9 およびワーク移動機構 14 の精密駆動制御を行う。17 はワーク 12 の位置決めおよび加工穴等の検査を行うためのビデオカメラからなる加工モニタ系である。

【0010】図 15 (a) は図 14 内のマスク 8 および転写レンズ 11 を含む加工光学系の周辺を x 軸方向から見た状態を拡大して模式的に示す側面図、図 15 (b) はワーク 12 上での y 軸方向に対するエキシマレーザビーム L2 の強度分布を示す説明図である。この場合、マスク 8 と高反射ミラー 10 との間で多重反射されるエキシマレーザビーム L1 の反射移動方向は y 軸方向となっている。

【0011】図 15 (a) において、8a はマスク 8 の反射部 8b の裏面に密着された板状の透過部であり、たとえば合成石英製からなり、透過部 8c を介してエキシマレーザビーム L1 を透過させるようになっている。18 はマスク 8 および転写レンズ 11 を通過したエキシマレーザビーム L2 の照射によりワーク 12 上に形成されたバイアホールである。

【0012】透過部 8a の上に固着された反射部 8b は、たとえば所定形状の透過部 8c のパターンを残して蒸着されたアルミニウム膜または誘電体多層膜等からなり、高反射率 (反射率が 99% 以上) を有する。また、反射部 8b 上のパターンを構成する透過部 8c は、たとえば直径が 20 μm 程度の微細な多数の穴からなる。

【0013】さらに、転写レンズ 11 は、マスク 8 に刻まれたパターンすなわち透過部 8c を精度良くワーク 12 上に結像させるため、画角の大きな領域にわたって収

差を極力低減させた高性能レンズで構成されている。

【0014】図16(a)は図15(a)の加工光学系周辺をy軸方向から見た状態を模式的に示す拡大側面図、図16(b)はワーク12上でのx軸方向に対するエキシマレーザビームL2の強度分布を示す説明図である。

【0015】次に、図14～図16を参照しながら、従来のエキシマレーザビーム照射装置の動作について説明する。まず、図15(a)において、マスク8の上端部に斜め上方から入射されたエキシマレーザビームL1は、その一部が通過部8cを通過して加工に寄与するエキシマレーザビームL2となる。

【0016】また、マスク8に入射された他のエキシマレーザビームL1は、そのまま反射部8bで反射されて高反射ミラー10に向けられ、さらに、高反射ミラー10により再びマスク8に向けられる。このとき、2度目にマスク8に照射されるエキシマレーザビームL1は、1度目の照射位置から反射移動方向(y軸方向)にずれることになる。

【0017】以上の過程は3度目以降も同様に繰り返され、エキシマレーザビームL1は、マスク8と高反射ミラー10との間で多重反射することにより強度をほぼ維持する。そして、通過部8cを通過したエキシマレーザビームL2は、転写レンズ11を介してワーク12上に結像され、マスク8のパターンすなわち通過部8cに対応した倒立パターンからなるパイアホール18をワーク12上に加工する。

【0018】このとき、たとえば図15(b)に示すように、エキシマレーザビームL1の反射移動方向となるy軸方向については、エキシマレーザビームL1が高反射ミラー10の一端から他端へ向かって順次反射を繰り返していくにつれて、次第に光強度が低下していくおそれがある。したがって、ワーク12上のエキシマレーザビームL2の強度も同様にy軸方向(逆方向)の位置に応じて低下する。なお、ワーク12上では、パターンが倒立するため、y軸方向に対して逆方向に低下した強度分布となる。

【0019】また、x軸方向については、高反射ミラー10の中央部から入射して両端に向かって順次反射を繰り返す、たとえば、図16(b)に示すような強度分布となる。

【0020】ところで、前述のように高性能レンズで構成された転写レンズ11は、加工対象となるワーク12がたとえば100mm角程度の大きな多層プリント基板の場合、このような広い加工範囲を一括して転写レンズ11で加工しようとする、非常に高価なものとなる。

【0021】そこで、従来より、マスク移動機構9およびワーク移動機構14を用いて、マスク8およびワーク12を同期的にスキャン(走査)移動させることにより、コストアップすることなく大面積加工を実現してい

る。

【0022】たとえば、転写レンズ11の転写倍率が1/2倍の場合、マスク8をx軸方向に速度vでスキャン移動させるのと同時に、倒立したパターンが転写されるワーク12をx軸方向に速度-v/2でスキャン移動させればよい。このように、マスク8およびワーク12は、同期してスキャン移動(同期移動)される。

【0023】続いて、マスク8およびワーク12のx軸方向へのスキャン移動が終了した後、y軸方向にステップ送り移動させて順次前述のスキャン移動を繰り返し、ワーク12の全面に対してエキシマレーザビームL2を照射する。しかしながら、図15(b)のように、ステップ送り移動毎にy軸方向の強度分布の異なるパターンがワーク12上に転写されることになる。

【0024】

【発明が解決しようとする課題】従来の光加工装置におけるエキシマレーザビーム照射装置は以上のように、マスク8およびワーク12を、エキシマレーザビームL1の反射移動方向(y軸方向)に対して直角方向(x軸方向)にスキャン移動させているので、マスク8と高反射ミラー10との間で多重反射するエキシマレーザビームL1の強度分布が必ずしも均一にならないことから、マスク通過後のエキシマレーザビームL2のワーク12に対する照射強度分布が均一にならない場合が生じる。したがって、ワーク12の材質や加工精度等の加工条件によっては、加工状態も不均一になるという問題点があった。

【0025】また、従来のエキシマレーザビーム照射装置は、ワーク12の厚みや材質が変化した場合、ならびに、マスク8およびワーク12がスキャン移動する際の速度が変化する場合においても、ワーク12を均一に加工することができないという問題点があった。

【0026】この発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、多重反射されるエキシマレーザビームの反射移動方向に対する強度分布が必ずしも均一でない場合、ワークの厚さや材質が変化した場合、また、マスクおよびワークが同期してスキャン移動する際のスキャン移動速度が変化する場合においても、ワークに対する均一な加工を行うことのできるエキシマレーザビーム照射装置を得ることを目的とする。

【0027】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項1に係るエキシマレーザビーム照射装置は、エキシマレーザビームを出射するエキシマレーザ発振器と、エキシマレーザ発振器からのエキシマレーザビームを通過させる通過部およびエキシマレーザビームを反射させる反射部を有するマスクと、反射部に対向配置されて反射部で反射されたエキシマレーザビームをマスクに向けて反射させる反射手段と、マスクを通過したエキシマレーザビームのパターンをワーク上に転写して照射するための転写レン

ズと、転写レンズの光軸に対して直角方向にワークを動かすためのワーク移動機構と、転写レンズの光軸に対して直角方向にマスクを動かすためのマスク移動機構と、エキシマレーザ発振器、ワーク移動機構およびマスク移動機構を制御するための制御手段とを備え、制御手段は、マスクおよびワークを同一軸に沿って同期移動させるとともに、同期移動時のスキャン移動方向を、マスクと反射手段との間のエキシマレーザビームの反射移動方向と一致させたものである。

【0028】また、この発明の請求項2に係るエキシマレーザビーム照射装置は、請求項1において、制御手段は、同期移動時のスキャン移動量を、エキシマレーザビームのパターンに相当するマスク上の有効パターン領域のスキャン移動方向の長さよりも長くなるように設定したものである。

【0029】また、この発明の請求項3に係るエキシマレーザビーム照射装置は、請求項1または請求項2において、制御手段は、同期移動時のスキャン移動速度の安定領域がワークに対するエキシマレーザビームの照射領域となるように、マスクおよびワークのスキャン移動開始位置を決定したものである。

【0030】また、この発明の請求項4に係るエキシマレーザビーム照射装置は、請求項1から請求項3までのいずれかにおいて、制御手段は、同期移動時のスキャン移動速度がワークに対するエキシマレーザビームの照射領域内で変化する場合、スキャン移動速度が所定速度よりも遅いときにはエキシマレーザ発振器による発振繰り返し周波数を所定周波数よりも減少させ、スキャン移動速度が所定速度よりも速いときには発振繰り返し周波数を所定周波数よりも増大させるものである。

【0031】また、この発明の請求項5に係るエキシマレーザビーム照射装置は、請求項1から請求項4までのいずれかにおいて、制御手段は、同期移動時にワークの厚さが変化する場合、ワークの厚さが所定厚よりも厚いときにはエキシマレーザ発振器の発振繰り返し周波数を所定周波数よりも増大させ、ワークの厚さが所定厚よりも薄いときには発振繰り返し周波数を所定周波数よりも減少させるものである。

【0032】また、この発明の請求項6に係るエキシマレーザビーム照射装置は、請求項1から請求項5までのいずれかにおいて、制御手段は、同期移動時にワークの厚さが変化する場合、ワークの厚さが所定厚よりも厚いときにはマスクおよびワークのスキャン移動速度を減少させ、ワークの厚さが所定厚よりも薄いときにはスキャン移動速度を増大させるものである。

【0033】また、この発明の請求項7に係るエキシマレーザビーム照射装置は、請求項1から請求項6までのいずれかにおいて、制御手段は、同期移動時にワークの材質がエキシマレーザビームの照射領域内で変化する場合、ワークが比較的加工され易い材質のときにはエキシ

マレーザ発振器の発振繰り返し周波数を所定周波数よりも減少させ、ワークが比較的加工されにくい材質のときには発振繰り返し周波数を所定周波数よりも増大させるものである。

【0034】また、この発明の請求項8に係るエキシマレーザビーム照射装置は、請求項1から請求項7までのいずれかにおいて、制御手段は、同期移動時にワークの材質がエキシマレーザビームの照射領域内で変化する場合、ワークが比較的加工され易い材質のときにはマスクおよびワークのスキャン移動速度を増大させ、ワークが比較的加工されにくい材質のときにはスキャン移動速度を減少させるものである。

【0035】また、この発明の請求項9に係るエキシマレーザビーム照射装置は、請求項1から請求項8までのいずれかにおいて、制御手段は、エキシマレーザビームの照射を繰り返す場合、マスクおよびワークのスキャン移動方向と転写レンズの光軸方向との両方に対して直角方向にマスクおよびワークをステップ送り移動させ、直角方向のステップ送り移動量をエキシマレーザビームのステップ送り移動方向の長さよりも小さく設定したものである。

【0036】また、この発明の請求項10に係るエキシマレーザビーム照射装置は、請求項1から請求項9までのいずれかにおいて、制御手段は、エキシマレーザビームのパルス間における同期移動時のマスクおよびワークのスキャン移動量が、エキシマレーザビームの反射移動方向の長さよりも小さくなるように、マスクおよびワークのスキャン移動速度を変化させるものである。

【0037】また、この発明の請求項11に係るエキシマレーザビーム照射装置は、請求項1から請求項10までのいずれかにおいて、制御手段は、エキシマレーザビームのパルス間における同期移動時のマスクおよびワークのスキャン移動量が、エキシマレーザビームの反射移動方向の長さよりも小さくなるように、エキシマレーザ発振器の発振繰り返し周波数を変化させるものである。

【0038】また、この発明の請求項12に係るエキシマレーザビーム照射装置は、請求項1から請求項11までのいずれかにおいて、制御手段は、ワークに対する照射領域内に照射不要領域が存在する場合、照射不要領域に対するエキシマレーザビームのスキャン移動時においてエキシマレーザ発振器を停止させるものである。

【0039】また、この発明の請求項13に係るエキシマレーザビーム照射装置は、請求項1から請求項12までのいずれかにおいて、制御手段により制御されてエキシマレーザビームの光路中に選択的に挿入される遮蔽板を設け、制御手段は、ワークに対する照射領域内に照射不要領域が存在する場合に、照射不要領域に対するエキシマレーザビームのスキャン移動時において光路中に遮蔽板を挿入し、ワークにエキシマレーザビームを照射させないものである。

【0040】

【作用】この発明の請求項1においては、マスクおよびワークの同期スキャン移動方向を、マスクおよび反射手段によるエキシマレーザビームの反射移動方向と一致させることにより、多重反射されたエキシマレーザビームの強度分布が必ずしも均一でない場合であっても、適切な加工エネルギーをワークに与える。

【0041】また、この発明の請求項2においては、マスクおよびワークの同期スキャン移動量を、マスク上の有効パターン領域のスキャン移動方向長さよりも長くすることにより、有効パターン領域上でのエキシマレーザビームの強度分布をさらに均一化して、適切な加工エネルギーをワークに与える。

【0042】また、この発明の請求項3においては、マスクおよびワークの同期スキャン移動速度の安定領域がワークに対するエキシマレーザビームの照射領域となるように、マスクおよびワークのスキャン移動開始位置を決定し、スキャン移動開始時のスキャン移動速度が変化する領域がマスクの有効パターン領域と重なるのを避け、スキャン移動速度が安定した領域でビーム光が照射されるようにする。これにより、有効パターン領域上でのエキシマレーザビームの強度分布をさらに均一化して、適切な加工エネルギーをワークに与える。

【0043】また、この発明の請求項4においては、マスクおよびワークの同期スキャン移動速度がワークに対するエキシマレーザビームの照射領域内で変化する場合、スキャン移動速度が所定速度よりも遅いときにはエキシマレーザ発振器による発振繰り返し周波数を所定周波数よりも減少させ、スキャン移動速度が所定速度よりも速いときには発振繰り返し周波数を所定周波数よりも増大させ、スキャン移動速度の変化に合わせて発振繰り返し周波数を変化させる。これにより、有効パターン領域上でのエキシマレーザビームの強度分布を均一化して、適切な加工エネルギーをワークに与える。

【0044】また、この発明の請求項5においては、マスクおよびワークの同期スキャン移動時にワークの厚さが変化する場合、ワークの厚さが所定厚よりも厚いときにはエキシマレーザ発振器の発振繰り返し周波数を増大させ、ワークの厚さが所定厚よりも薄いときには発振繰り返し周波数を減少させ、照射領域の厚さに合わせて発振繰り返し周波数を変化させる。これにより、ワークの厚さによらず照射領域に適切な加工エネルギーを与えて均一な加工を可能にする。

【0045】また、この発明の請求項6においては、マスクおよびワークの同期スキャン移動時にワークの厚さが変化する場合、ワークの厚さが所定厚よりも厚いときにはマスクおよびワークのスキャン移動速度を減少させ、ワークの厚さが所定厚よりも薄いときにはスキャン移動速度を増大させ、照射領域の厚さに合わせて同期スキャン速度を変化させる。これにより、ワークの厚さに

よらず照射領域に適切な加工エネルギーを与えて均一な加工を可能にする。

【0046】また、この発明の請求項7においては、マスクおよびワークの同期スキャン移動時にワークの材質がエキシマレーザビームの照射領域内で変化する場合、ワークが比較的加工され易い材質のときにはエキシマレーザ発振器の発振繰り返し周波数を減少させ、ワークの材質が比較的加工されにくい材質のときには発振繰り返し周波数を増大させ、照射領域の材質変化に合わせて発振繰り返し周波数を変化させる。これにより、ワークの材質によらず照射領域に適切な加工エネルギーを与えて均一な加工を可能にする。

【0047】また、この発明の請求項8においては、マスクおよびワークの同期スキャン移動時にワークの材質がエキシマレーザビームの照射領域内で変化する場合、ワークが比較的加工され易い材質のときにはマスクおよびワークのスキャン移動速度を増大させ、ワークの材質が比較的加工されにくい材質のときにはスキャン移動速度を減少させ、照射領域の材質変化に合わせて同期スキャン速度を変化させる。これにより、ワークの材質によらず照射領域に適切な加工エネルギーを与えて均一な加工を可能にする。

【0048】また、この発明の請求項9においては、エキシマレーザビームの照射を繰り返す場合、マスクおよびワークのスキャン移動方向と転写レンズの光軸方向との両方に対して直角方向にマスクおよびワークをステップ送り移動させ、直角方向のステップ送り移動量をエキシマレーザビームのステップ送り移動方向の長さよりも小さく設定する。これにより、有効パターン領域上でのステップ送り移動方向のエキシマレーザビームの強度分布を均一化して、さらに適切な加工エネルギーをワークに与える。

【0049】また、この発明の請求項10においては、エキシマレーザビームのパルス間における同期移動時のマスクおよびワークのスキャン移動量が、エキシマレーザビームの反射移動方向の長さよりも小さくなるように、マスクおよびワークのスキャン移動速度を変化させる。これにより、有効パターン領域上でのエキシマレーザビームの強度分布をさらに均一化して、適切な加工エネルギーをワークに与える。

【0050】また、この発明の請求項11においては、エキシマレーザビームのパルス間における同期移動時のマスクおよびワークのスキャン移動量が、エキシマレーザビームの反射移動方向の長さよりも小さくなるように、エキシマレーザ発振器の発振繰り返し周波数を変化させる。これにより、有効パターン領域上でのエキシマレーザビームの強度分布をさらに均一化して、適切な加工エネルギーをワークに与える。

【0051】また、この発明の請求項12においては、ワークに対する照射領域内に照射不要領域が存在する場

合、照射不要領域に対するエキシマレーザビームのスキヤン移動時においてエキシマレーザ発振器を停止させることにより、照射不要領域に不所望なエキシマレーザビームを照射させないようにする。

【0052】また、この発明の請求項13においては、ワークに対する照射領域内に照射不要領域が存在する場合に、照射不要領域に対するエキシマレーザビームのスキヤン移動時において光路中に遮蔽板を挿入し、ワークにエキシマレーザビームを照射させないことにより、照射不要領域に不所望なエキシマレーザビームを照射させないようにする。

【0053】

【実施例】

実施例1. 以下、この発明の実施例1を図について説明する。図1はこの発明の実施例1によるエキシマレーザビーム照射装置の構成を示す斜視図であり、L0~L2、1~15および17は前述と同様のものである。

【0054】16Aはエキシマレーザ発振器1を制御するとともにマスク移動機構9およびワーク移動機構14の精密駆動制御を行う制御手段であり、図14内の制御手段16に対応している。

【0055】図1内の制御手段16Aは、マスク8およびワーク12を同期移動させるときに、スキヤン移動方向をエキシマレーザビームL1の反射移動方向(y軸方向)と一致させるようになっている。すなわち、スキヤン移動方向(同期移動方向)がy軸方向であり、ステップ送り移動方向がx軸方向である。

【0056】図2(a)は図1内のマスク8、転写レンズ11およびワーク12をx軸方向から見た側面図であり、18は前述と同様のものである。この場合、y軸方向は、エキシマレーザビームL1の反射移動方向であって、且つ、マスク8およびワーク12の同期移動方向となっている。図2(b)はワーク12上に照射されるエキシマレーザビームL2のy軸方向のビーム強度分布を示す説明図である。

【0057】図3(a)は図1内のマスク8、転写レンズ11およびワーク12をy軸方向から見た側面図であり、図3(b)はワーク12上に照射されるエキシマレーザビームL2のx軸方向のビーム強度分布を示す説明図である。以下、図1~図3を参照しながら、この発明の実施例1の動作について説明する。

【0058】図2(a)において、前述と同様に、マスク8の上端部に斜め上方から入射するエキシマレーザビームL1は、一部がマスク8の通過部8cを通過してワーク12の加工に寄与するエキシマレーザビームL2となり、他のエキシマレーザビームL1は、マスク8の反射部8bと高反射ミラー10との間で繰り返し反射される。

【0059】これにより、エキシマレーザビームL1は、マスク8と高反射ミラー10との間で反射位置をy

軸方向に順次移動させながら多重反射してビーム強度を維持するとともに、通過部8cに通過した所要パターンのエキシマレーザビームL2をワーク12に照射して、ワーク12上にたとえばバイアホール18等の加工を行う。

【0060】しかしながら、エキシマレーザビームL1は、反射移動方向であるy軸方向に対しては、高反射ミラー10の入射側の一端から他端へ向かって順次反射を繰り返していくにつれてビーム強度が低下していく。すなわち、ワーク12上でのエキシマレーザビームL2のビーム強度分布は、図2(b)内の破線(スキヤン前の強度分布)のように、-y軸方向に向かって次第に弱くなる。

【0061】このとき、マスク8をy軸方向にスキヤン移動させ、これと同期して、ワーク12を-y軸方向にスキヤン移動させると、図2(b)のスキヤン前のビーム強度分布(破線)によるエキシマレーザビームL2が、ワーク12のy軸方向上で実線のように連続的に重なり合う。

【0062】すなわち、スキヤン前のビーム強度分布(破線)がy軸方向に不均一であっても、同期スキヤン移動させることにより、エキシマレーザビームL2が重なり合うため、図2(b)内のスキヤン時のビーム強度分布(実線)に示すように、ワーク12上におけるビーム強度分布(累積)の均一化が可能となる。

【0063】一方、x軸方向については、図3(b)のように、y軸方向と比べてエキシマレーザビームL2のビーム強度分布が均一なため、マスク8をx軸方向にステップ送り移動させるとともに、ワーク12を-x軸方向にステップ送り移動させることによって、x軸方向のビーム強度分布が不均一になることはない。

【0064】実施例2. なお、上記実施例1では、マスク8のスキヤン移動の開始位置および停止位置に関連する同期スキヤン移動量について特に言及しなかったが、マスク8の同期スキヤン移動量をマスク8上の有効パターン領域の長さよりも長く設定することにより、ワーク12に照射されるエキシマレーザビームL2のビーム強度分布を確実に均一化することが望ましい。

【0065】以下、同期スキヤン移動量を有効パターン領域の長さよりも長く設定したこの発明の実施例2を図4にしたがって説明する。なお、この発明の実施例2の装置構成は、図1に示した通りである。

【0066】この場合、制御手段16Aは、マスク8の同期移動時のスキヤン移動量が、マスク8上の有効パターン領域のスキヤン移動方向の長さよりも長くなるように制御しており、また、同期移動時のマスク8のスキヤン移動速度の安定領域が、ワーク12に対するエキシマレーザビームL2の照射領域となるように、マスク8およびワーク12のスキヤン移動開始位置を決定するようになっている。

【0067】図4(a)はマスク8および高反射ミラー10からなる多重反射部をx軸方向から見た側面図であり、エキシマレーザビームL1はy軸方向に移動しながら多重反射している状態を示す。図4(a)のように、マスク8上に照射されるエキシマレーザビームL1は、y軸方向の多重反射により、y軸方向に見かけ上の幅 ΔW (反射移動方向の長さ)を有する。

【0068】図4(b)はマスク8を上面より見た平面図、図4(c)はマスク8のスキャン移動方向(-y軸方向)の位置に対するスキャン移動速度vの変化を示す説明図である。

【0069】各図において、L1aおよびL1bはエキシマレーザビームL1のマスク8上の照射位置、aおよびbは各照射位置L1aおよびL1bの中心位置、Wa bはエキシマレーザビームL1のスキャン移動時のy軸方向のスキャン移動量、8dはマスク8上の有効パターン領域、Wは有効パターン領域8dの幅(y軸方向の長さ)、RSはスキャン移動速度vの速度安定領域、RVはスキャン移動速度vの速度変化領域、 $\Delta W a$ および $\Delta W b$ は有効パターン領域幅Wに対する速度安定領域RSの余裕幅である。

【0070】いま、図4(b)内の実線で示すように、多重反射されたエキシマレーザビームL1が位置L1a(y軸方向の中心位置a)にあるとする。このとき、制御手段16A(図1参照)は、多重反射によるy軸方向のビーム強度分布(累積)を均一化するため、マスク8を-y軸方向にスキャン移動させ、見かけ上、エキシマレーザビームL1を実線位置L1aから破線位置L1bに(y軸方向に)スキャン移動させる。

【0071】このときのスキャン移動量Wa b(中心位置aからbまでの距離)は、マスク8上で転写パターンが形成されている領域すなわち有効パターン領域8dの同期スキャン移動方向(y軸方向)の長さWより長く設定される。

【0072】これにより、エキシマレーザビームL1の中心位置がaからbにスキャン移動する際に介在する有効パターン領域8dは、図4(c)のように、速度安定領域RS内に位置することになり、有効パターン領域8dに照射されるエキシマレーザビームL1のビーム強度分布(累積)は均一化する。

【0073】また、上記のようにマスク8を-y軸方向にスキャン移動させて、見かけ上、多重反射によるエキシマレーザビームL1の中心位置をaからbにスキャン移動する場合のスキャン移動速度vは、たとえば図4(c)のように変化する。このとき、スキャン移動速度vの速度変化領域RVがマスク8上の有効パターン領域8dに干渉すると、有効パターン領域8d内でスキャン移動速度vが変化し、有効パターン領域8dに照射されるエキシマレーザビームL1のビーム強度分布(累積)が均一でなくなってしまう。

【0074】したがって、エキシマレーザビームL1のスキャン移動開始位置aおよびスキャン移動停止位置bは、図4のように、マスク8のスキャン移動速度vが安定した速度安定領域RSでワーク12が加工されるように設定されている。これにより、有効パターン領域8dに照射されるエキシマレーザビームL1のビーム強度分布(累積)の均一化が可能となり、ひいてはワーク12に対して均一な加工を行うことができる。

【0075】ここで、速度安定領域RSの余裕幅 $\Delta W a$ および $\Delta W b$ と、エキシマレーザビームL1の幅 ΔW との間の条件を式で表わすと、たとえば次式のようになる。

$$\Delta W a > \Delta W / 2$$

$$\Delta W b > \Delta W / 2$$

【0077】すなわち、有効パターン領域8dが速度安定領域RS内で確実にスキャンされるためには、余裕幅 $\Delta W a$ および $\Delta W b$ をエキシマレーザビームL1の幅 ΔW の1/2よりも大きく設定する必要がある。なお、ビーム幅 ΔW は、多重反射によるエキシマレーザビームL1の反射移動方向の長さに相当する。制御手段16Aは、マスク8と同期してスキャン移動されるワーク12のスキャン移動開始位置をも決定することは言うまでもない。

【0078】実施例3. なお、上記実施例2では、同期移動中のスキャン移動速度vを有効パターン領域8d内で一定としたが、同期スキャン移動速度が変化する場合にはスキャン移動速度の変化に応じて、エキシマレーザ発振器1による発振繰り返し周波数を制御し、ワーク12に照射されるエキシマレーザビームL2のビーム強度分布を均一化することが望ましい。

【0079】以下、スキャン移動速度vの変化に応じて発振繰り返し周波数を制御するようにしたこの発明の実施例3を図5および図6にしたがって説明する。図5はこの発明の実施例3によるエキシマレーザビーム照射装置の構成を示す斜視図であり、L0~L2、1~15および17は前述と同様のものである。

【0080】16Bはマスク移動機構9とワーク移動機構14の精密駆動制御を行う制御手段であり、図1内の制御手段16に対応している。19はマスク8およびワーク12のスキャン移動速度vを測定する速度測定装置である。なお、マスク8およびワーク12のスキャン移動は互いにy軸に関して反対方向ではあるものの同期しているため、ここでは、専らマスク8側のスキャン移動速度vに注目して説明する。速度測定装置19により測定されたスキャン移動速度vは、制御手段16Bに入力され、エキシマレーザ発振器1の発振繰り返し周波数fの制御に寄与する。

【0081】図5内の制御手段16Bは、同期移動時のマスク8のスキャン移動速度vが、有効パターン領域8dに対応する加工パターン領域(ワーク12に対するエ

キシマレーザビーム L2 の照射領域) 内で変化する場合に、スキャン移動速度 v が所定速度 v_0 よりも遅いときにはエキシマレーザ発振器 1 による発振繰り返し周波数 f を所定周波数 f_0 よりも減少させ、スキャン移動速度 v が所定速度 v_0 よりも速いときには発振繰り返し周波数 f を所定周波数 f_0 よりも増大させるようになっている。

【0082】図 6 (a) はエキシマレーザビーム L1 の多重反射部を x 軸方向から見た状態を示す側面図であり、エキシマレーザビーム L1 はマスク 8 と高反射ミラー 10 との間で y 軸方向に移動しながら多重反射している。図 6 (b) はマスク 8 を上面より見た図であり、8 d、L1 a および L1 b は前述と同様のものである。図 6 (c) は y 軸方向の同期移動時におけるマスク 8 のスキャン移動速度 v の変化を示す説明図、図 6 (d) は同期移動時のエキシマレーザ発振器 1 の発振繰り返し周波数 f の変化を示す説明図である。

【0083】次に、図 5 および図 6 を参照しながら、この発明の実施例 3 の動作について説明する。前述と同様に、まず、多重反射されたエキシマレーザビーム L1 が図 6 (b) 内の実線位置 L1 a にあるものとして、多重反射による y 軸方向のビーム強度分布 (累積) を均一化するため、マスク 8 を -y 方向へスキャン移動させて、見かけ上、エキシマレーザビーム L1 a の中心位置を a から b にスキャン移動させる。

【0084】このとき、同期移動時のスキャン移動速度 v は、たとえば図 6 (c) のように変化するものとする。したがって、マスク 8 の有効パターン領域 8 d を通過してワーク 12 に照射されるエキシマレーザビーム L2 の強度分布 (累積) は、たとえば発振繰り返し周波数 f を所定周波数 f_0 (一定) に設定した場合、スキャン移動速度 v が遅いと強く、逆にスキャン移動速度 v が速いと弱くなり、ワーク 12 に対する加工性能に悪影響を及ぼすことになる。

【0085】そこで、制御手段 16 B は、同期移動時のスキャン移動速度 v を速度測定装置 19 を介してモニタしておき、測定されたスキャン移動速度 v に応じて、エキシマレーザ発振器 1 の発振繰り返し周波数を、たとえば図 6 (d) に示すように変化させる。すなわち、スキャン移動速度 v が所定速度 v_0 よりも速い場合には発振繰り返し周波数 f を所定周波数 f_0 よりも高く設定し、スキャン移動速度 v が所定速度 v_0 よりも遅い場合には発振繰り返し周波数 f を所定周波数 f_0 よりも低く設定する。

【0086】これにより、ワーク 12 に照射されるエキシマレーザビーム L2 の強度分布 (累積) を均一化することができる。ここで、スキャン移動速度 v とエキシマレーザ発振器 1 の発振繰り返し周波数 f との関係を表わすと、たとえば次式のようになる。

$$f = f_0 + k_1 \cdot \Delta v$$

$$\Delta v = v - v_0$$

【0088】ただし、 $k_1 (>0)$ は比例定数、 Δv はスキャン移動速度 v を所定速度 v_0 との偏差である。また、発振繰り返し周波数 f およびスキャン移動速度 v の比較基準となる所定周波数 f_0 および所定速度 v_0 は、通常状態において安定した加工を行うことのできる発振繰り返し周波数 f およびスキャン移動速度 v に対応している。したがって、スキャン移動速度を v_0 に設定し、発振繰り返し周波数を f_0 に設定して、エキシマレーザビーム L2 を照射すれば、ワーク 12 は安定に加工されることになる。

【0089】図 6 (d) のように、スキャン移動速度 v に応じて発振繰り返し周波数 f を増減させることにより、実質的にビーム強度分布が一定となるため、有効パターン領域 8 d に照射されるエキシマレーザビーム L1 のビーム強度分布 (累積) の均一化が可能となり、ひいてはワーク 12 に対して均一な加工を行うことができる。

【0090】実施例 4. なお、上記各実施例では、ワーク 12 の厚さや材質等の変化を考慮しなかったが、同期移動中にワーク 12 の厚さや材質が変化した場合には、ワーク 12 の厚さや材質に応じて発振繰り返し周波数 f またはスキャン移動速度 v を増減させ、ワーク 12 に照射されるエキシマレーザビーム L2 のビーム強度分布を均一化させることが望ましい。

【0091】以下、ワーク 12 の厚さや材質に応じて発振繰り返し周波数 f またはスキャン移動速度 v を増減させるようにしたこの発明の実施例 4 を図 7 ~ 図 9 にしたがって説明する。図 7 はこの発明の実施例 4 によるエキシマレーザビーム照射装置の構成を示す斜視図であり、L0 ~ L2、1 ~ 15 および 17 は前述と同様のものである。

【0092】16 C はマスク移動機構 9 とワーク移動機構 14 の精密駆動制御を行う制御手段であり、図 1 内の制御手段 16 A に対応している。20 はワーク 12 の厚さ d を測定する変位センサであり、測定されたワーク 12 の厚さ d は制御手段 16 C に入力される。

【0093】図 7 内の制御手段 16 C は、同期移動時にワーク 12 の厚さ d が変化する場合に、厚さ d が所定厚 d_0 よりも厚いときにはエキシマレーザ発振器 1 の発振繰り返し周波数 f を所定周波数 f_0 よりも増大させ、厚さ d が所定厚 d_0 よりも薄いときには発振繰り返し周波数 f を所定周波数 f_0 よりも減少させるようになっている。

【0094】または、制御手段 16 C は、同期移動時にワーク 12 の厚さ d が変化する場合に、厚さ d が所定厚 d_0 よりも厚いときにはワーク 12 (およびマスク 8) のスキャン移動速度 v を所定速度 v_0 よりも減少させ、厚さ d が所定厚 d_0 よりも薄いときにはスキャン移動速度 v を所定速度 v_0 よりも増大させるようになっている。

る。ここでは、便宜的にワーク 12 側のスキャン移動速度 v (マスク 8 のスキャン移動速度 v に必ずしも一致しないが対応している) に注目して説明する。

【0095】図 8 (a) は多重反射部 8 および 10 ならびにワーク 12 を x 軸方向から見た側面図、図 8 (b) はマスク 8 および転写レンズ 11 を通過してワーク 12 上に照射されるエキシマレーザビーム L2 の照射領域を模式的に示す平面図であり、矢印で示す y 軸方向は、ワーク 12 のスキャン方向である。

【0096】図 8 (b) において、12a は有効パターン領域 8d が転写されたワーク 12 上の照射領域 (有効加工領域)、L2a はワーク 12 を同期移動させる前のエキシマレーザビーム L2 のワーク 12 上の照射位置、で L2b はワーク 12 を同期スキャン移動させた後のエキシマレーザビーム L2 のワーク 12 上の照射位置である。

【0097】図 8 (c) はワーク 12 のスキャン方向 (y 軸方向) に対するワーク 12 の厚さ d の変化を示す説明図であり、 d_0 は厚さ d の比較基準となる所定厚、a および b は同期移動のスキャン移動開始時およびスキャン移動終了時のエキシマレーザビーム L2 の中心位置である。

【0098】図 8 (d) はワーク 12 の厚さ d の変化に応じて増減制御される発振繰り返し周波数 f またはスキャン移動速度 v を示す説明図であり、 f_0 は前述と同様のものである。また、 v_0 はワーク 12 のスキャン移動速度 v の比較基準となる所定速度であり、前述のマスク 8 のスキャン移動速度 v に対する所定速度 v_0 に対応している。

【0099】まず、多重反射されてマスク 8 および転写レンズ 11 を通過し、ワーク 12 に照射されたエキシマレーザビーム L2 の中心位置が y 軸上の位置 a にあるものとする。ここで、前述と同様に、多重反射による y 軸方向のエキシマレーザビーム L2 のビーム強度分布 (累積) を均一化するため、マスク 8 のスキャン移動と同期してワーク 12 を y 軸方向にスキャン移動させ、見かけ上、エキシマレーザビーム L2 の中心位置を a から b にスキャン移動させる。

【0100】このとき、有効パターン領域 8d (図 6 参照) が転写されたワーク 12 上の照射領域 (有効加工領域) 12a 内において、ワーク 12 の厚さ d が、たとえば図 8 (c) のように変化したとすると、ワーク 12 に対して均一な加工を行うためには、厚さ d に応じてエキシマレーザビーム L2 の照射量を変化させる必要がある。

【0101】たとえば、加工されるワーク 12 の厚さ d が所定厚 d_0 よりも厚いときには、エキシマレーザビーム L2 の照射量を増大させ、厚さ d が所定厚 d_0 よりも薄いときには、エキシマレーザビーム L2 の照射量を減少させる必要がある。

【0102】したがって、制御手段 16C は、変位センサ 20 を介してワーク 12 の厚さ d の変化をモニタ (または、あらかじめ計測) しておき、厚さ d によってエキシマレーザ発振器 1 の発振繰り返し周波数 f または同期移動時のスキャン移動速度 v を、たとえば図 8 (d) のように変化させる。

【0103】このとき、制御手段 16C が厚さ d に応じて発振繰り返し周波数 f を増減制御する場合は、厚さ d と発振繰り返し周波数 f との関係を表す式に表わすと、たとえば次式のようにになる。

$$f = f_0 + k_2 \cdot \Delta d$$

$$\Delta d = d - d_0$$

【0105】ただし、 $k_2 (>0)$ は比例定数、 Δd はワーク 12 の厚さ d と所定厚 d_0 との偏差である。また、所定周波数 f_0 および所定厚 d_0 は、ワーク 12 を安定に加工するための基準値であり、厚さ d_0 のワーク 12 を一定速度で同期スキャン移動させる場合、発振繰り返し周波数 f_0 のエキシマレーザビーム L2 をワーク 12 に照射することにより、安定な加工が可能となる。

【0106】一方、制御手段 16C がスキャン移動速度 v を増減制御する場合には、ワーク 12 の厚さ d とスキャン移動速度 v との関係を表す式に表わすと、たとえば次式のようにになる。

$$v = v_0 - k_3 \cdot \Delta d$$

【0108】ただし、 $k_3 (>0)$ は比例定数である。この場合、図 8 (d) のように、スキャン移動速度 v は、厚さ d の変化 Δd に対して逆極性で増減される。また、所定速度 v_0 および所定厚 d_0 は、ワーク 12 を安定に加工するための基準値であり、厚さ d_0 のワーク 12 に一定の発振繰り返し周波数でエキシマレーザビーム L2 をワーク 12 に照射する場合、ワーク 12 のスキャン移動速度を v_0 とすることにより、安定な加工が可能となる。

【0109】図 8 (d) のように、厚さ d に応じて発振繰り返し周波数 f またはスキャン移動速度 v を増減させることにより、ワーク 12 上の照射領域 12a においてワーク 12 の厚さ d が変化しても、厚さ d に合わせて均一な加工が可能なエキシマレーザビーム L2 を照射することができる。

【0110】次に、図 9 を参照しながら、ワーク 12 の材質に応じて発振繰り返し周波数 f またはスキャン移動速度 v を増減制御する場合について説明する。この場合、制御手段 16C は、変位センサ 20 により計測された厚さ d に基づいて、エキシマレーザビーム L2 の 1 パルス当りに加工されるエッチレート e を算出し、所定エッチレート e_0 との偏差 Δe により、ワーク 12 の材質が加工し易いか否かを識別する。

【0111】すなわち、制御手段 16C は、同期移動時にワーク 12 の材質がエキシマレーザビーム L2 の照射領域 12a 内で変化する場合、ワーク 12 の材質が比較

的加工され易いときにはエキシマレーザ発振器 1 の発振繰り返し周波数 f を所定周波数 f_0 よりも減少させ、ワーク 12 の材質が比較的加工されにくいときには発振繰り返し周波数 f を所定周波数 f_0 よりも増大させる。

【0112】または、制御手段 16C は、ワークの材質が比較的加工され易い材質のときにはワーク 12（およびマスク 8）のスキャン移動速度 v を所定速度 v_0 よりも増大させ、ワーク 12 の材質が比較的加工されにくい材質のときにはスキャン移動速度 v を所定速度 v_0 よりも減少させる。

【0113】図 9（a）はワーク 12 上のエキシマレーザビーム L2 の位置および照射領域を模式的に示す平面図、図 9（b）はワーク 12 のスキャン方向（y 軸方向）に対するエッチレート e の変化を示す説明図、図 9（c）はエッチレート e に応じて増減される発振繰り返し周波数 f およびスキャン移動速度 v を示す説明図である。 e_0 はエッチレート e の比較基準となる所定エッチレートである。

【0114】図 9（b）のように、照射領域（有効加工領域）12a 内でワーク 12 の材質が変化する場合、制御手段 16C は、変位センサ 20 で測定された厚さ d に基づいて、あらかじめワーク 12 の材質に相当するエッチレート e を計測しておく。なお、エッチレート e は、エキシマレーザビーム L2 の 1 パルス当りの照射によって加工されるワーク 12 のバイアホール 18（図 3 参照）の深さから求められる。

【0115】こうして計測されたエッチレート e に応じて、制御手段 16C は、図 9（c）のように、エキシマレーザ発振器 1 の発振繰り返し周波数 f または同期移動時のスキャン移動速度 v を変化させる。

【0116】すなわち、エッチレート e が所定エッチレート e_0 よりも低く、ワーク 12 が加工されにくい材質の場合には、発振繰り返し周波数 f を所定周波数 f_0 よりも増大させるか、またはスキャン移動速度 v を減少させる。一方、エッチレート e が所定エッチレート e_0 よりも高く、ワーク 12 が加工され易い材質の場合には、発振繰り返し周波数 f を所定周波数 f_0 よりも減少させるか、またはスキャン移動速度 v を増大させる。

【0117】たとえば、制御手段 16C が発振繰り返し周波数 f を増減制御する場合、ワーク 12 の材質を示すエッチレート e とエキシマレーザ発振器 1 の発振繰り返し周波数 f との関係は、たとえば次式のようになる。

$$f = f_0 - k_4 \cdot \Delta e$$

$$\Delta e = e - e_0$$

【0119】ただし、 $k_4 (>0)$ は比例定数、 Δe はエッチレート e と所定エッチレート（比較基準） e_0 との偏差である。また、所定周波数 f_0 および所定エッチレート e_0 は、ワーク 12 に対して安定な加工を行うための値である。したがって、エッチレート e ($=e_0$) の材質のワーク 12 を一定速度 v でスキャン移動させ、

ワーク 12 に対して発振繰り返し周波数 f ($=f_0$) のエキシマレーザビーム L2 を照射することにより、安定な加工が可能となる。

【0120】また、制御手段 16C がスキャン移動速度 v を増減制御する場合、ワーク 12 の材質を示すエッチレート e と同期スキャン時のスキャン移動速度 v との関係は、たとえば次式のようになる。

$$v = v_0 + k_5 \cdot \Delta e$$

【0122】ただし、 $k_5 (>0)$ は比例定数である。また、所定速度 v_0 および所定エッチレート e_0 は、ワーク 12 に対して安定な加工を行うための値であり、エッチレート e ($=e_0$) の材質のワーク 12 に一定の発振繰り返し周波数 f でエキシマレーザビーム L2 を照射し、ワーク 12 のスキャン移動速度 v ($=v_0$) とすることで、安定な加工が可能となる。

【0123】図 9（c）のように、エッチレート e に応じて、発振繰り返し周波数 f またはスキャン移動速度 v を増減させることにより、ワーク 12 上の照射領域 12a においてワーク 12 の材質が変化しても、ワーク 12 の材質に合わせて均一な加工が可能なエキシマレーザビーム L2 を照射することができる。

【0124】実施例 5. なお、上記各実施例では、マスク 8 およびワーク 12 の x 軸方向のステップ送り移動量 ΔS について特に考慮しなかったが、ステップ送り移動量 ΔS をマスク 8 上のエキシマレーザビーム L1 の x 軸方向の幅 ΔW_x よりも小さく設定し、ステップ送り移動時のビーム強度分布を均一にすることが望ましい。

【0125】以下、ステップ送り移動量 ΔS をエキシマレーザビーム L1 の幅 ΔW_x よりも小さく設定したこの発明の実施例 5 を図 10 および図 11 にしたがって説明する。なお、この発明の実施例 5 の装置構成は、図 1 に示した通りである。

【0126】この場合、制御手段 16A は、マスク 8 およびワーク 12 をステップ送り移動させてエキシマレーザビーム L2 の照射を繰り返す場合に、マスク 8 およびワーク 12 のスキャン移動方向（y 軸方向）と転写レンズ 11 の光軸方向との両方に対して直角方向（x 軸方向）にマスク 8 およびワーク 12 を移動させ、x 軸方向のステップ送り移動量 ΔS をエキシマレーザビーム L1 の x 軸方向の幅 ΔW_x よりも小さく設定している。

【0127】図 10（a）はエキシマレーザビーム L1 の多重反射部 8 および 10 を x 軸方向から見た側面図、図 10（b）はマスク 8 上のエキシマレーザビーム L1 の照射位置および有効パターン領域を示す平面図である。

【0128】図 10（b）において、マスク 8 に多重反射して位置 L1a に照射されるエキシマレーザビーム L1 は、中心位置が y 軸上の位置 a にある。また、 ΔW_x はマスク 8 上のエキシマレーザビーム L1 の x 軸方向の幅、 ΔS はマスク 8 の x 軸方向のステップ送り移動量、

cはステップ送り移動後のエキシマレーザビームL1の中心位置である。

【0129】図11(a)はエキシマレーザビームL1の多重反射部8および10ならびに転写レンズ11およびワーク12をy軸方向から見た側面図、図11(b)はx軸方向に対するワーク12上のビーム強度分布を示す説明図である。

【0130】次に、図1、図10および図11を参照しながら、この発明の実施例5の動作について説明する。まず、マスク8およびワーク12の同期スキャン動作において、前述と同様に、制御手段16Aは、エキシマレーザビームL1を照射しながらマスク8を-y軸方向にスキャン移動させ、見かけ上、エキシマレーザビームL1の中心位置をaからb(図10参照)にスキャン移動させる。

【0131】その後、マスク8をx軸方向にステップ送り移動量 ΔS だけステップ送り移動させて、見かけ上、エキシマレーザビームL1をbからcにステップ送り移動させ、さらに、マスク8をy軸方向に同期スキャン移動させる。これにより、スキャン移動が繰り返され、ワーク12に対するエキシマレーザビームL2の照射が順次繰り返される。

【0132】このとき、ステップ送り移動量 ΔS は、エキシマレーザビームL1のステップ送り移動方向(x軸方向)の幅 ΔW_x よりも小さくなるように、たとえば、以下の条件に設定されている。

【0133】 $\Delta S < \Delta W_x / 2$

【0134】また、エキシマレーザビームL1の多重反射によるx軸方向の幅 ΔW_x は、図11(a)のように決定される。すなわち、エキシマレーザビームL1は、高反射ミラー10の中央から入射し、高反射ミラー10の両端に向かって順次反射を繰り返す。この場合、エキシマレーザビームL1のx軸方向のビーム強度分布は、たとえば図11(b)の実線または破線ようになり、x軸に沿っていくらかのビーム強度分布の変化が生じる。

【0135】そこで、図11(b)内の破線から実線への変化で示すように、ステップ送り移動量 ΔS をエキシマレーザビームL1の幅 ΔW_x よりも小さく設定することにより、エキシマレーザビームL1のステップ送り移動方向のビーム強度分布の不均一さを抑制することができる。したがって、ビーム強度分布の不均一に起因するワーク12に対する加工の不均一さを低減することができる。

【0136】実施例6. なお、上記各実施例では、エキシマレーザ発振器1からパルスレーザとして出射されたエキシマレーザビームL0~L2のパルス間でのマスク8およびワーク12のスキャン移動量 Δy について特に考慮しなかったが、エキシマレーザビームL0のパルス間のスキャン移動量 Δy を、エキシマレーザビームL1の幅(反射移動方向の長さ) ΔW よりも小さく設定し、

ビーム強度分布(累積)を均一化することが望ましい。

【0137】以下、エキシマレーザビームL0~L2のパルス間でのスキャン移動量 Δy をエキシマレーザビームL1の幅 ΔW よりも小さくしたこの発明の実施例6について説明する。

【0138】図12(a)はこの発明の実施例6の多重反射部をx軸方向から見た側面図、図12(b)はマスク8上のエキシマレーザビームL1の位置を示す平面図であり、 Δy はパルス間でのスキャン移動量である。なお、この発明の実施例6の装置構成は、図1に示した通りである。

【0139】この場合、制御手段16Aは、エキシマレーザビームL0~L2のパルス間における同期移動時のマスク8およびワーク12のスキャン移動量 Δy が、エキシマレーザビームL1の反射移動方向の長さ ΔW よりも小さくなるように、マスク8およびワーク12のスキャン移動速度 v を変化させるようになっている。ここでは、説明を簡略化するため、便宜的にマスク8上のみでのパルス間でのスキャン移動量 Δy およびスキャン移動速度 v に注目して説明する。

【0140】または、制御手段16Aは、エキシマレーザビームL0~L2のパルス間における同期移動時のマスク8およびワーク12のスキャン移動量 Δy が、エキシマレーザビームL1の反射移動方向の長さ ΔW よりも小さくなるように、エキシマレーザ発振器1の発振繰り返し周波数 f を変化させるようになっている。

【0141】まず、マスク8およびワーク12の同期スキャン移動時において、エキシマレーザビームL0~L2のパルスとパルスとの間、すなわちエキシマレーザビームL0~L2の照射がなされていない期間にもマスク8はスキャン移動する。

【0142】このとき、図12(b)のように、エキシマレーザビームL0~L2のパルス間にマスク8がスキャン移動する距離(スキャン移動量)を Δy とすると、制御手段16Aは、パルス間でのスキャン移動量 Δy がエキシマレーザビームL1のスキャン移動方向の長さ ΔW よりも小さくなるようにマスク8のスキャン移動速度 v を定める。

【0143】または、制御手段16Aは、エキシマレーザビームL0~L2のパルス間でのマスク8のスキャン移動量 Δy がエキシマレーザビームL1のスキャン移動方向長さ ΔW よりも小さくなるようにエキシマレーザ発振器1の発振繰り返し周波数 f を定め、エキシマレーザビームL2をワーク12に照射する。

【0144】制御手段16Aは、上記条件を満たすように、スキャン移動速度 v および発振繰り返し周波数 f のうちの少なくとも一方を設定すればよい。たとえば、マスク8上におけるエキシマレーザビームL1のパルス間でのスキャン移動量 Δy は、発振繰り返し周波数 f およびスキャン移動速度 v を用いて、次式のように表わされ、

また、パルス間のスキャン移動量 Δy とエキシマレーザビーム L1 のスキャン移動方向長さ ΔW との関係は、次式のようになる。

$$【0145】 \Delta y = v / f$$

$$\Delta y < k6 \cdot \Delta W$$

【0146】ただし、 $k6$ は比例定数であり、 $1 > k6 > 0$ の範囲内の値に設定される。すなわち、スキャン移動速度 v を小さくすればするほどパルス間のスキャン移動量 Δy が小さくなり、発振繰り返し周波数 f を高くすればするほどパルス間のスキャン移動量 Δy が小さくなる。

【0147】実際には、比例係数 $k6$ を 0.2 に設定したとき、エキシマレーザビーム L1 および L2 のビーム強度分布（累積）に対して $\pm 10\%$ 程度の均一度が得られたが、さらにビーム強度分布に対して $\pm 2\%$ 程度の均一度を得るためには、比例係数 $k6$ を 0.05 程度に設定することが望ましい。

【0148】このように、パルス間のスキャン移動量 Δy を低減させることにより、エキシマレーザビーム L2 の強度分布（累積）の均一化が可能となり、ひいてはワーク 12 に対する加工の均一度をさらに向上させることができる。

【0149】実施例 7. なお、上記各実施例では、ワーク 12 上の照射領域 12a（図 9 参照）内に照射不要領域が存在する場合を考慮しなかったが、同期スキャン移動時において、照射不要領域に対してはエキシマレーザビーム L2 を照射させないことが望ましい。以下、照射不要領域にエキシマレーザビーム L2 を照射させないようにしたこの発明の実施例 7 について説明する。

【0150】図 13（a）はこの発明の実施例 7 の多重反射部、転写レンズ 11 およびワーク 12 を x 軸方向から見た側面図、図 13（b）はワーク 12 上のエキシマレーザビーム L2 の照射位置を示す平面図であり、12b は照射領域 12a 内の照射不要領域（加工不要領域）、m および n は照射不要領域 12b の y 軸方向の両端位置である。なお、この発明の実施例 7 の装置構成は、図 1 に示した通りである。

【0151】この場合、制御手段 16A は、ワーク 12 に対する照射領域 12a 内に照射不要領域 12b が存在する場合、照射不要領域 12b に対するエキシマレーザビーム L2 のスキャン移動時においてエキシマレーザ発振器 1 を停止させるようになっている。

【0152】または、制御手段 16A により制御されてエキシマレーザビーム L0～L2 の光路中に選択的に挿入される遮蔽板（図示せず）を設け、制御手段 16A は、照射領域 12a 内の照射不要領域 12b に対するエキシマレーザビーム L2 のスキャン移動時において光路中に遮蔽板を挿入し、ワーク 12 にエキシマレーザビーム L2 を照射させないようにしている。

【0153】図 13 において、マスク 8 のスキャン移動

と同期してワーク 12 を y 方向にスキャン移動させる場合、エキシマレーザビーム L2 の照射位置は、図 13

（b）のように L2a（実線）から L2b（破線）にスキャン移動する。このとき、照射不要領域 12b にかかる位置 m から n までの間においては、エキシマレーザ発振器 1 を停止させるか、またはエキシマレーザビーム L0～L2 の光路中に遮蔽板を挿入する。

【0154】これにより、照射不要領域 12b にはエキシマレーザビーム L2 が照射されなくなり、必要な照射領域 12a のみの位置を選択してエキシマレーザビーム L2 を照射することができる。したがって、ワーク 12 に対して不要な照射および加工が行われることはなく、照射エネルギーの無駄が省かれるとともに、エキシマレーザビーム照射装置の寿命を延ばすことができ、加工装置としての信頼性も向上する。なお、照射不要領域 12b の位置 m および n は、たとえば、制御手段 16A 内のメモリにあらかじめ測定データとして格納しておけばよい。

【0155】上記各実施例では、マスク 8 およびワーク 12 の一方のみに注目して同期スキャン移動またはステップ送り移動について説明したが、マスク 8 およびワーク 12 は互いに同期移動制御される以上、同時にスキャン移動またはステップ送り移動されることは言うまでもない。

【0156】また、上記各実施例は任意に組み合わせることができ、これにより、それぞれの効果が重畳され、さらにビーム強度分布の均一化または信頼性の向上を実現することができる。

【0157】

【発明の効果】以上のようにこの発明の請求項 1 によれば、エキシマレーザビームを出射するエキシマレーザ発振器と、エキシマレーザ発振器からのエキシマレーザビームを通過させる通過部およびエキシマレーザビームを反射させる反射部を有するマスクと、反射部に対向配置されて反射部で反射されたエキシマレーザビームをマスクに向けて反射させる反射手段と、マスクを通過したエキシマレーザビームのパターンをワーク上に転写して照射するための転写レンズと、転写レンズの光軸に対して直角方向にワークを動かすためのワーク移動機構と、転写レンズの光軸に対して直角方向にマスクを動かすためのマスク移動機構と、エキシマレーザ発振器、ワーク移動機構およびマスク移動機構を制御するための制御手段とを備え、制御手段は、マスクおよびワークを同一軸に沿って同期移動させるとともに、同期移動時のスキャン移動方向を、マスクと反射手段との間のエキシマレーザビームの反射移動方向と一致させたので、マスクと反射手段との間で多重反射されたエキシマレーザビームの強度分布が必ずしも均一でない場合であっても、均一化された適切な照射（加工）エネルギーをワークに与えることのできるエキシマレーザビーム照射装置が得られる効

果がある。

【0158】また、この発明の請求項2によれば、請求項1において、制御手段は、同期移動時のスキャン移動量を、エキシマレーザビームのパターンに相当するマスク上の有効パターン領域のスキャン移動方向の長さよりも長くなるように設定したので、有効パターン領域上でのエキシマレーザビームの強度分布をさらに均一化して、適切な照射エネルギーをワークに与えることのできるエキシマレーザビーム照射装置が得られる効果がある。

【0159】また、この発明の請求項3によれば、請求項1または請求項2において、制御手段は、同期移動時のスキャン移動速度の安定領域がワークに対するエキシマレーザビームの照射領域となるように、マスクおよびワークのスキャン移動開始位置を決定し、スキャン移動開始時のスキャン移動速度が変化する領域がマスクの有効パターン領域と重なるのを避け、スキャン移動速度が安定した領域でビーム光が照射されるようにしたので、有効パターン領域上でのエキシマレーザビームの強度分布をさらに均一化して、適切な照射エネルギーをワークに与えることのできるエキシマレーザビーム照射装置が得られる効果がある。

【0160】また、この発明の請求項4によれば、請求項1から請求項3までのいずれかにおいて、制御手段は、同期移動時のスキャン移動速度がワークに対するエキシマレーザビームの照射領域内で変化する場合、スキャン移動速度が所定速度よりも遅いときにはエキシマレーザ発振器による発振繰り返し周波数を所定周波数よりも減少させ、スキャン移動速度が所定速度よりも速いときには発振繰り返し周波数を所定周波数よりも増大させ、スキャン移動速度の変化に合わせて発振繰り返し周波数を変化させるようにしたので、有効パターン領域上でのエキシマレーザビームの強度分布を均一化して、適切な照射エネルギーをワークに与えることのできるエキシマレーザビーム照射装置が得られる効果がある。

【0161】また、この発明の請求項5によれば、請求項1から請求項4までのいずれかにおいて、制御手段は、同期移動時にワークの厚さが変化する場合、ワークの厚さが所定厚よりも厚いときにはエキシマレーザ発振器の発振繰り返し周波数を所定周波数よりも増大させ、ワークの厚さが所定厚よりも薄いときには発振繰り返し周波数を所定周波数よりも減少させ、照射領域の厚さに合わせて発振繰り返し周波数を変化させるようにしたので、ワークの厚さによらず照射領域に適切な照射エネルギーを与えることのできるエキシマレーザビーム照射装置が得られる効果がある。

【0162】また、この発明の請求項6によれば、請求項1から請求項5までのいずれかにおいて、制御手段は、同期移動時にワークの厚さが変化する場合、ワークの厚さが所定厚よりも厚いときにはマスクおよびワーク

のスキャン移動速度を減少させ、ワークの厚さが所定厚よりも薄いときにはスキャン移動速度を増大させ、照射領域の厚さに合わせて同期スキャン移動速度を変化させるようにしたので、ワークの厚さによらず照射領域に適切な照射エネルギーを与えることのできるエキシマレーザビーム照射装置が得られる効果がある。

【0163】また、この発明の請求項7によれば、請求項1から請求項6までのいずれかにおいて、制御手段は、同期移動時にワークの材質がエキシマレーザビームの照射領域内で変化する場合、ワークが比較的加工され易い材質のときにはエキシマレーザ発振器の発振繰り返し周波数を所定周波数よりも減少させ、ワークが比較的加工されにくい材質のときには発振繰り返し周波数を所定周波数よりも増大させ、照射領域の材質変化に合わせて発振繰り返し周波数を変化させるようにしたので、ワークの材質によらず照射領域に適切な照射エネルギーを与えることのできるエキシマレーザビーム照射装置が得られる効果がある。

【0164】また、この発明の請求項8によれば、請求項1から請求項7までのいずれかにおいて、制御手段は、同期移動時にワークの材質がエキシマレーザビームの照射領域内で変化する場合、ワークが比較的加工され易い材質のときにはマスクおよびワークのスキャン移動速度を増大させ、ワークが比較的加工されにくい材質のときにはスキャン移動速度を減少させ、照射領域の材質変化に合わせて同期スキャン移動速度を変化させるようにしたので、ワークの材質によらず照射領域に適切な照射エネルギーを与えることのできるエキシマレーザビーム照射装置が得られる効果がある。

【0165】また、この発明の請求項9によれば、請求項1から請求項8までのいずれかにおいて、制御手段は、エキシマレーザビームの照射を繰り返す場合、マスクおよびワークのスキャン移動方向と転写レンズの光軸方向との両方に対して直角方向にマスクおよびワークをステップ送り移動させ、直角方向のステップ送り移動量をエキシマレーザビームのステップ送り移動方向の長さよりも小さく設定したので、有効パターン領域上でのステップ送り移動方向のエキシマレーザビームの強度分布を均一化して、さらに適切な照射エネルギーをワークに与えることのできるエキシマレーザビーム照射装置が得られる効果がある。

【0166】また、この発明の請求項10によれば、請求項1から請求項9までのいずれかにおいて、制御手段は、エキシマレーザビームのパルス間における同期移動時のマスクおよびワークのスキャン移動量が、エキシマレーザビームの反射移動方向の長さよりも小さくなるように、マスクおよびワークのスキャン移動速度を変化させるようにしたので、有効パターン領域上でのエキシマレーザビームの強度分布をさらに均一化して、適切な照射エネルギーをワークに与えることのできるエキシマレ

一ザビーム照射装置が得られる効果がある。

【0167】また、この発明の請求項11によれば、請求項1から請求項10までのいずれかにおいて、制御手段は、エキシマレーザビームのパルス間における同期移動時のマスクおよびワークのスキャン移動量が、エキシマレーザビームの反射移動方向の長さよりも小さくなるように、エキシマレーザ発振器の発振繰り返し周波数を変化させるようにしたので、有効パターン領域上でのエキシマレーザビームの強度分布をさらに均一化して、適切な照射エネルギーをワークに与えることのできるエキシマレーザビーム照射装置が得られる効果がある。

【0168】また、この発明の請求項12によれば、請求項1から請求項11までのいずれかにおいて、制御手段は、ワークに対する照射領域内に照射不要領域が存在する場合、照射不要領域に対するエキシマレーザビームのスキャン移動時においてエキシマレーザ発振器を停止させ、照射不要領域に不所望なエキシマレーザビームを照射させないようにしたので、照射エネルギーの無駄を省くとともに装置寿命を延ばすことのできるエキシマレーザビーム照射装置が得られる効果がある。

【0169】また、この発明の請求項13によれば、請求項1から請求項12までのいずれかにおいて、制御手段により制御されてエキシマレーザビームの光路中に選択的に挿入される遮蔽板を設け、制御手段は、ワークに対する照射領域内に照射不要領域が存在する場合に、照射不要領域に対するエキシマレーザビームのスキャン移動時において光路中に遮蔽板を挿入し、ワークにエキシマレーザビームを照射させないようにしたので、照射エネルギーの無駄を省くとともに装置寿命を延ばすことのできるエキシマレーザビーム照射装置が得られる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施例1によるエキシマレーザビーム照射装置の構成を示す斜視図である。

【図2】 この発明の実施例1によるy軸方向のスキャン移動動作を説明するための図であり、(a)は多重反射部、転写レンズおよびワークをx軸方向から見た側面図、(b)はワーク上に照射されるy軸方向のビーム強度分布を示す説明図である。

【図3】 この発明の実施例1によるx軸方向のステップ送り移動動作を説明するための図であり、(a)は多重反射部、転写レンズおよびワークをy軸方向から見た側面図、(b)はワーク上に照射されるx軸方向のビーム強度分布を示す説明図である。

【図4】 この発明の実施例2によるy軸方向のスキャン移動動作を説明するための図であり、(a)は多重反射部をx軸方向から見た側面図、(b)はマスク上に照射されるエキシマレーザビームの位置を示す平面図、

(c)はスキャン移動速度の変化を示す説明図である。

【図5】 この発明の実施例3によるエキシマレーザビ

ーム照射装置の構成を示す斜視図である。

【図6】 この発明の実施例3によるy軸方向のスキャン移動動作を説明するための図であり、(a)は多重反射部をx軸方向から見た側面図、(b)はマスク上に照射されるエキシマレーザビームの位置を示す平面図、

(c)はスキャン移動速度の変化を示す説明図、(d)はスキャン移動時の発振繰り返し周波数の変化を示す説明図である。

【図7】 この発明の実施例4によるエキシマレーザビーム照射装置の構成を示す斜視図である。

【図8】 この発明の実施例4によるy軸方向のスキャン移動動作を説明するための図であり、(a)は多重反射部、転写レンズおよびワークをx軸方向から見た側面図、(b)はワーク上に照射されるエキシマレーザビームの位置を示す平面図、(c)はスキャン移動時のワークの厚さの変化を示す説明図、(d)はスキャン移動時のワークの厚さに応じた発振繰り返し周波数およびスキャン移動速度の変化を示す説明図である。

【図9】 この発明の実施例4によるy軸方向の他のスキャン移動動作を説明するための図であり、(a)はワーク上に照射されるエキシマレーザビームの位置を示す平面図、(b)はスキャン移動時のワークのエッチレートの変化を示す説明図、(c)はスキャン移動時のワークのエッチレートに応じた発振繰り返し周波数およびスキャン移動速度の変化を示す説明図である。

【図10】 この発明の実施例5によるy軸方向のスキャン移動動作を説明するための図であり、(a)は多重反射部をx軸方向から見た側面図、(b)はマスク上に照射されるエキシマレーザビームの位置を示す平面図である。

【図11】 この発明の実施例5によるx軸方向のステップ送り移動動作を説明するための図であり、(a)は多重反射部、転写レンズおよびワークをy軸方向から見た側面図、(b)はワーク上に照射されるx軸方向のビーム強度分布を示す説明図である。

【図12】 この発明の実施例6によるy軸方向のスキャン移動動作を説明するための図であり、(a)は多重反射部をx軸方向から見た側面図、(b)はマスク上に照射されるエキシマレーザビームの位置を示す平面図である。

【図13】 この発明の実施例7によるy軸方向のスキャン移動動作を説明するための図であり、(a)は多重反射部、転写レンズおよびワークをx軸方向から見た側面図、(b)はワーク上に照射されるエキシマレーザビームの位置を示す平面図である。

【図14】 従来のエキシマレーザビーム照射装置の構成を示す斜視図である。

【図15】 従来のエキシマレーザビーム照射装置によるy軸方向のステップ送り移動動作を説明するための図であり、(a)は多重反射部、転写レンズおよびワーク

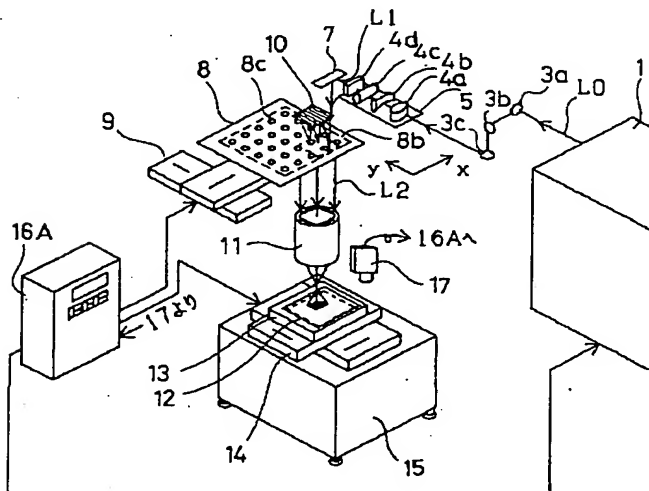
をx軸方向から見た側面図、(b)はワーク上に照射されるy軸方向のビーム強度分布を示す説明図である。

【図16】 従来のエキシマレーザビーム照射装置によるx軸方向のスキャン移動動作を説明するための図であり、(a)は多重反射部、転写レンズおよびワークをy軸方向から見た側面図、(b)はワーク上に照射されるx軸方向のビーム強度分布を示す説明図である。

【符号の説明】

1 エキシマレーザ発振器、8 マスク、8b 反射部、8c 通過部、8d 有効パターン領域、9 マスク移動機構、10 高反射ミラー、11 転写レンズ、12 ワーク、12a 照射領域、12b 照射不要領域、14 ワーク移動機構、16A~16C 制御手

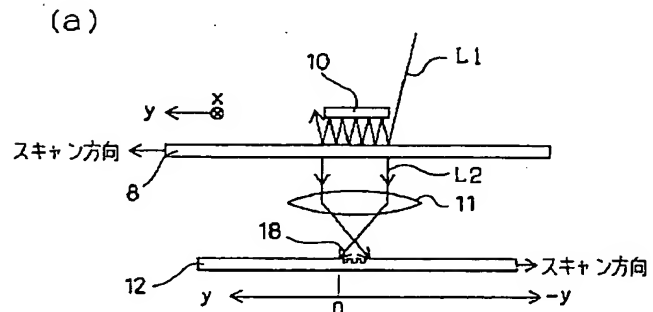
【図1】



- | | |
|----------------|--------------------|
| 1 : エキシマレーザ発振器 | 16A : 制御手段 |
| 8 : マスク | L0~L2 : エキシマレーザビーム |
| 8b : 反射部 | x : ステップ送り移動方向 |
| 8c : 通過部 | y : スキャン移動方向、 |
| 9 : マスク移動機構 | 反射移動方向 |
| 10 : 高反射ミラー | |
| 11 : 転写レンズ | |
| 12 : ワーク | |
| 14 : ワーク移動機構 | |

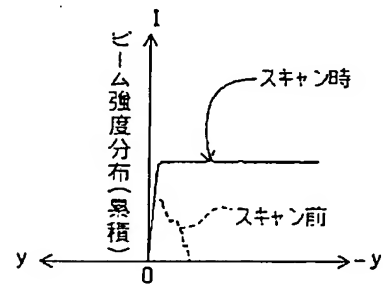
段、18 バイアホール、19 速度測定装置、20 変位センサ、a スキャン移動開始位置、b スキャン移動停止位置、d ワークの厚さ、do 所定厚、e エッチレート、eo 所定エッチレート、f 発振繰り返し周波数、fo 所定周波数、L0~L2 エキシマレーザビーム、RS 速度安定領域、v スキャン移動速度、vo 所定速度、Wab スキャン移動量、W 有効パターン領域のスキャン移動方向の長さ、x ステップ送り移動方向、y スキャン移動方向（反射移動方向）、 ΔS ステップ送り移動量、 ΔW エキシマレーザビームの反射移動方向の長さ、 ΔWx エキシマレーザビームのステップ送り移動方向の長さ、 Δy パルス間のスキャン移動量。

【図2】

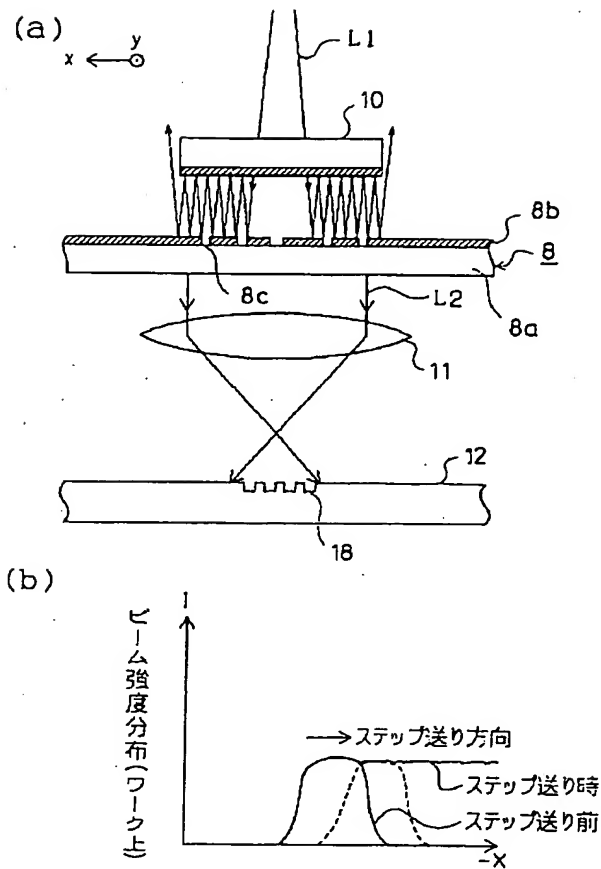


18 : バイアホール

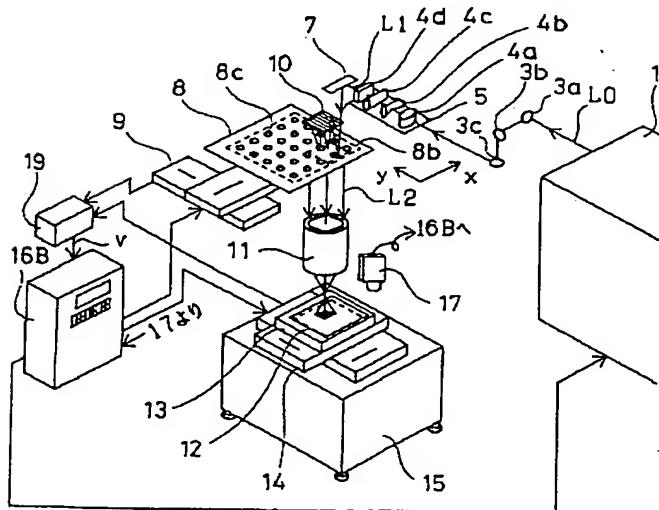
(b)



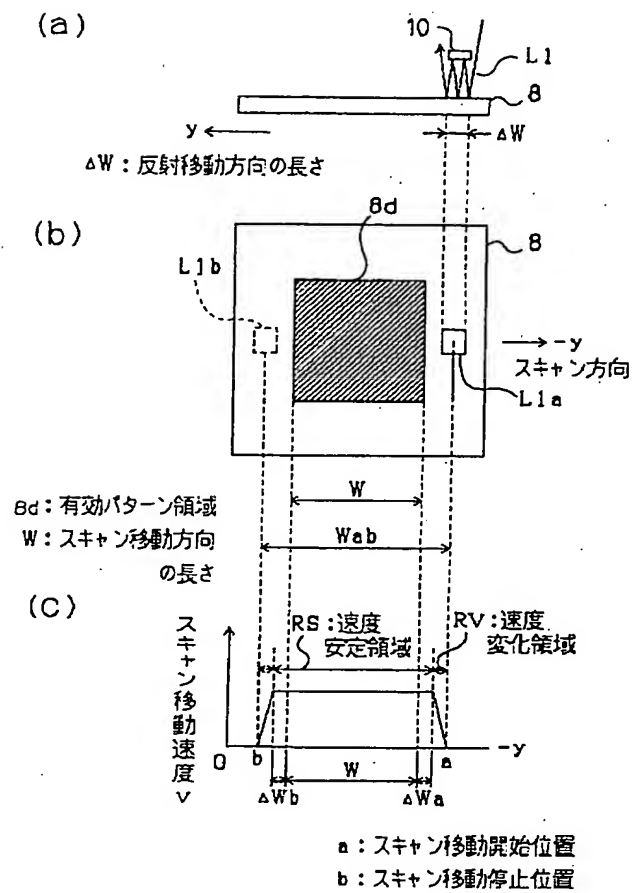
【図3】



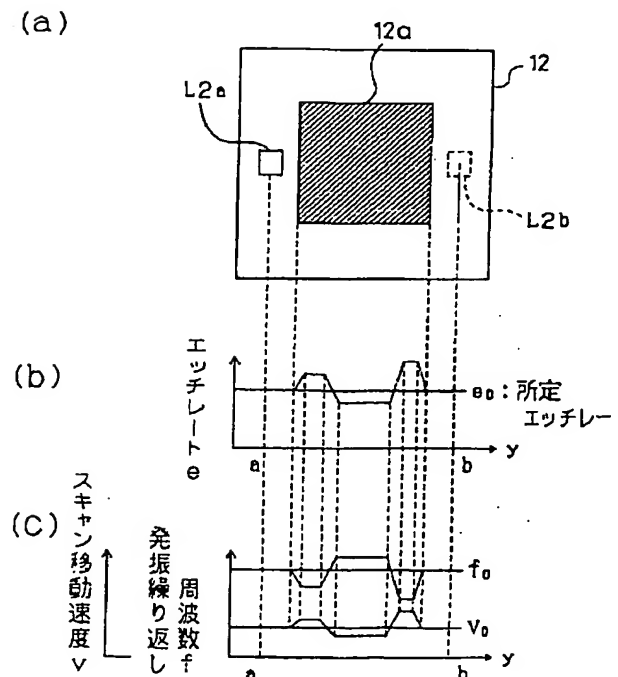
【図5】



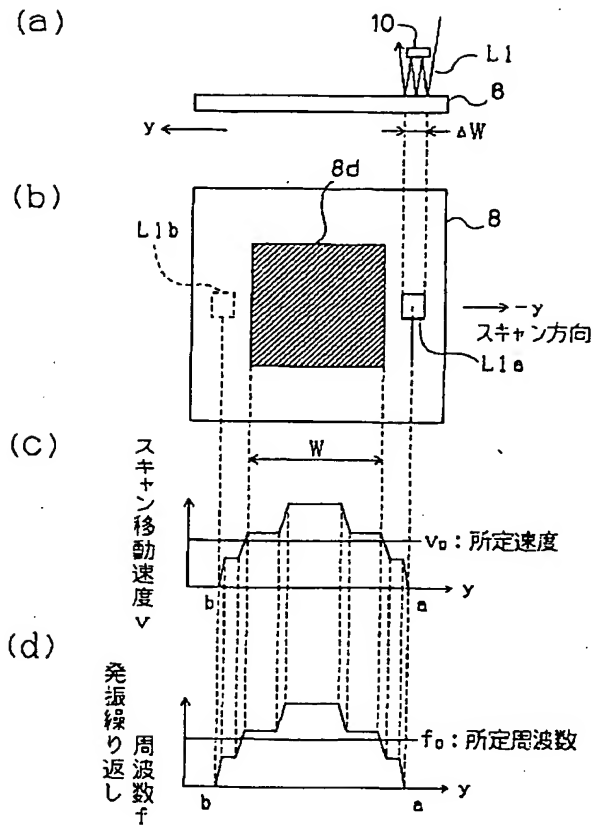
【図4】



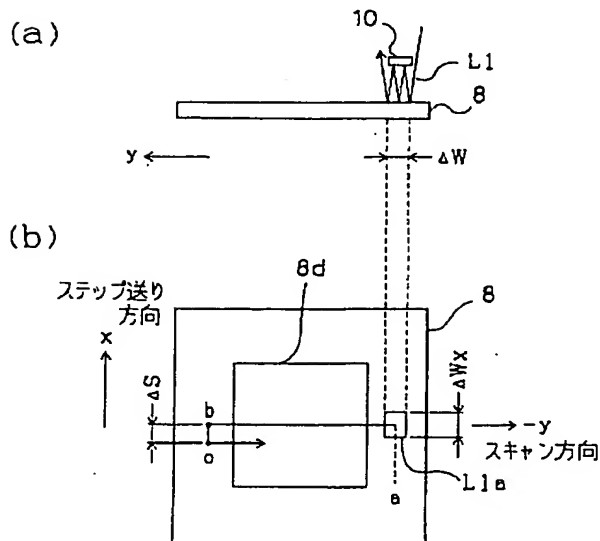
【図9】



【図 6】

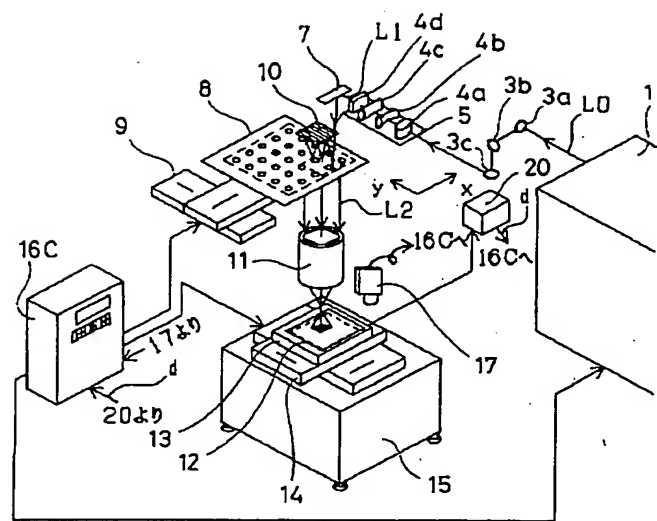


【図 10】



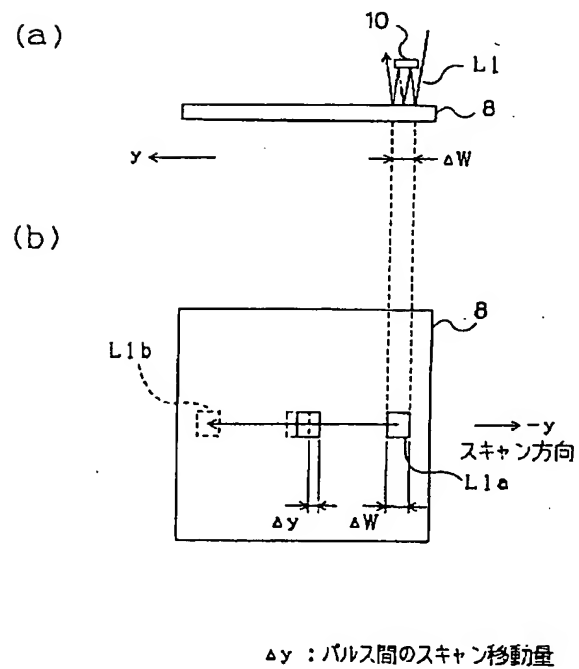
ΔS : ステップ送り移動量
 ΔWx : ステップ送り移動方向の長さ

【図 7】

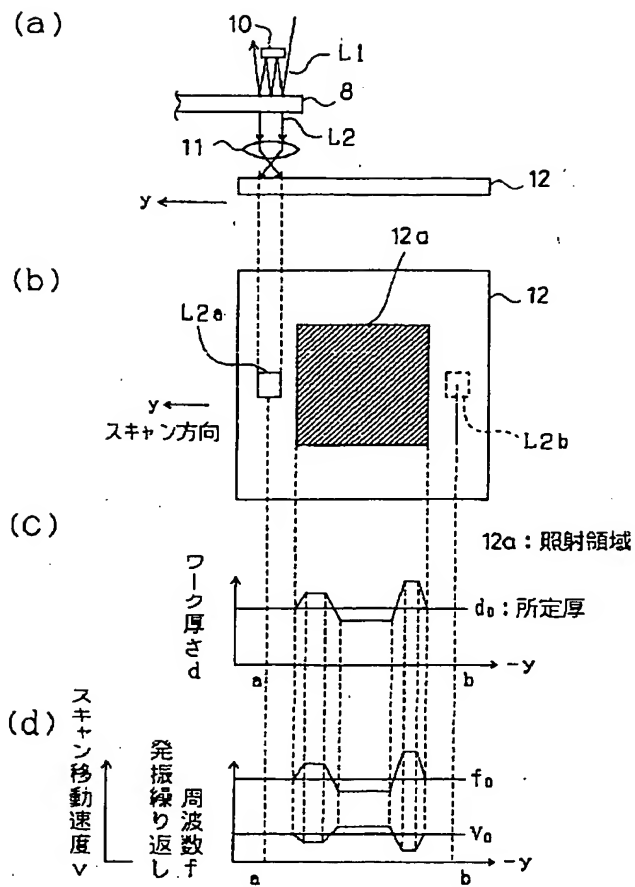


16C: 制御手段
 20: 変位センサ
 d: ワークの厚さ

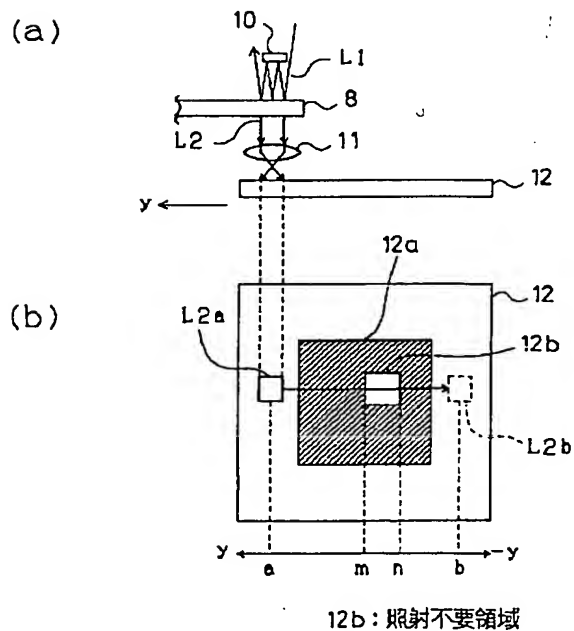
【図 12】



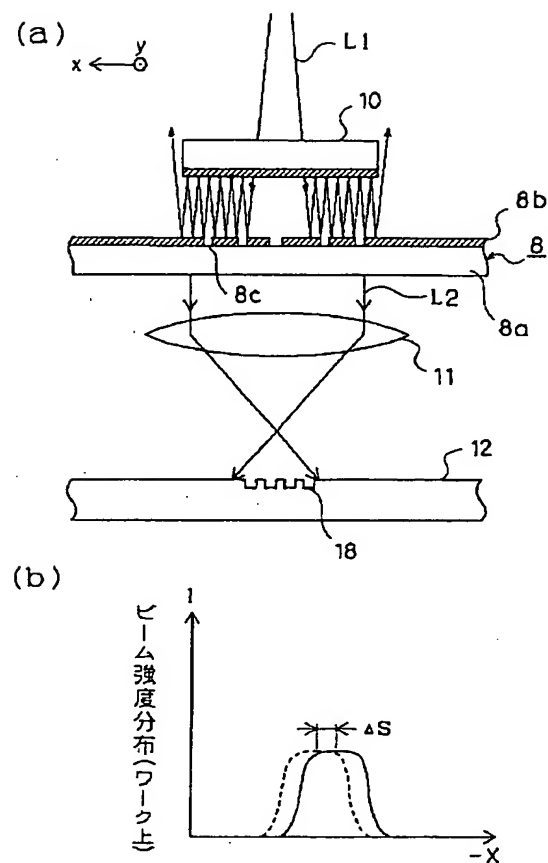
【図 8】



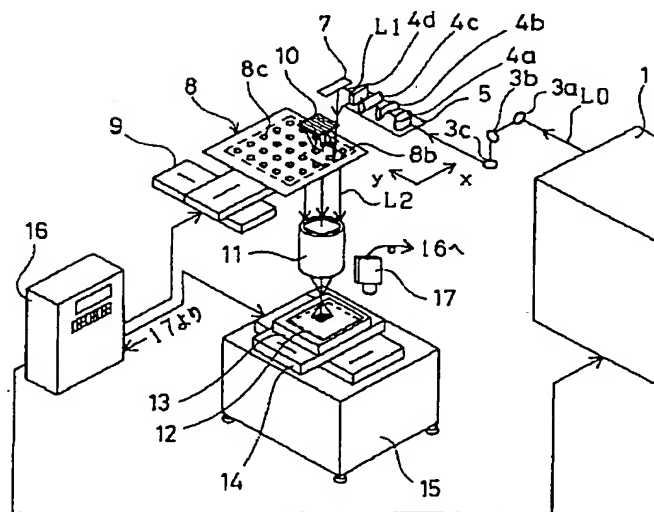
【図 13】



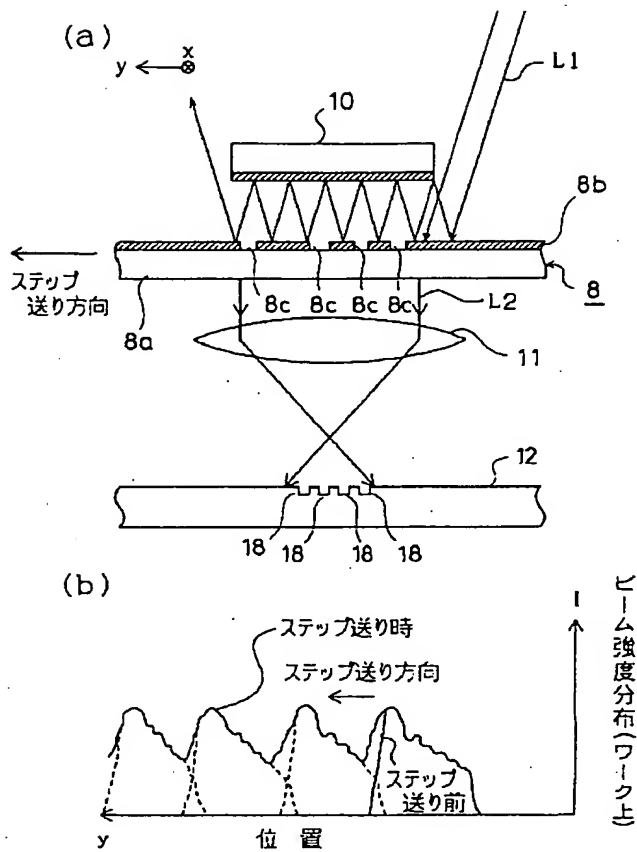
【図 11】



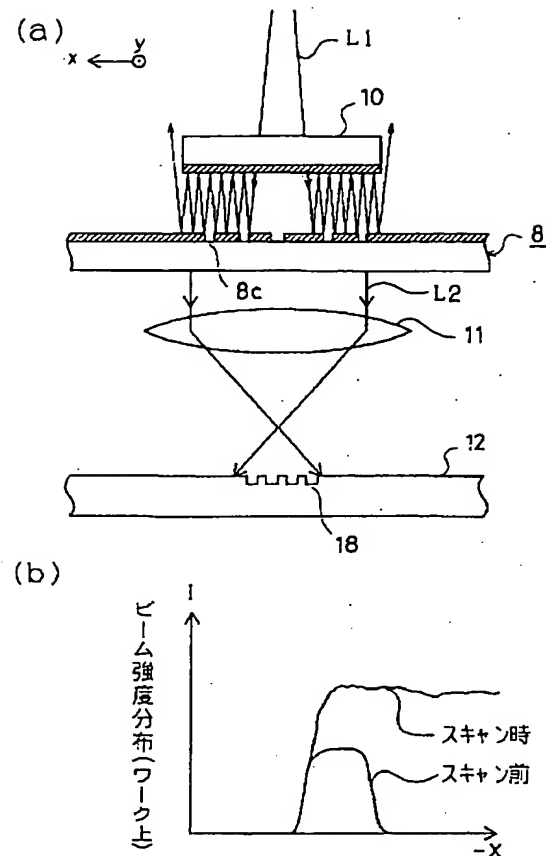
【図 14】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

H05K 3/00

3/46

識別記号

庁内整理番号

N

X 6921-4E

F I

技術表示箇所

(72) 発明者 皆川 忠郎

尼崎市塚口本町 8 丁目 1 番 1 号 三菱電機
株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 八木 俊憲

尼崎市塚口本町 8 丁目 1 番 1 号 三菱電機
株式会社生産技術センター内

(72) 発明者 伊藤 慶子

尼崎市塚口本町 8 丁目 1 番 1 号 三菱電機
株式会社生産技術センター内